

Beobachtungen
über die
unmerkliche Wasserausscheidung der Lungen
und ihr
Verhältniss zur Hautperspiration.

INAUGURAL-DISSERTATION,
welche
mit Genehmigung einer Hochverordneten
Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität zu
DORPAT
zur Erlangung der Würde
eines
Doctors der Medicin
öffentlich vertheidigen wird
Wilhelm Weyrich.

Dorpat.

Gedruckt bei E. J. Karow, Universitäts-Buchhändler.

1865.

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

72712

I m p r i m a t u r

haec dissertatio ea lege, ut, simulac typis fuerit excusa, numerus exemplorum praescriptus tradatur collegio ad libros explorandos constituto.

Dorpati Livonorum d. XIII. m. Martii a. MDCCCLXV.

N^o 74.
(L. S.)

Dr. **Rud. Buchheim**,
med. ord. h. t. Decanus.

2
Tartu ülikooli
Raamatukogu
470 681

Einleitung.

Seit Seguin zuerst die unmerkliche Ausdünstung des menschlichen Körpers, welche von Sanctorius und dessen unmittelbaren Nachfolgern eigentlich nur in ihrer Gesamtheit aufgefasst worden war, in ihre Hauptfactoren: Wasser und Kohlensäure (der Haut und Lungen gesondert) zerlegt, hat die Kohlensäure-Ausscheidung (vornehmlich der Lungen) die besondere Aufmerksamkeit der Forscher, zumal in den letzten Decennien auf sich gezogen und im Interesse der Erkenntniss des Stoffwechsels vielfache und eingehende Bearbeitungen erfahren, so dass die Kenntniss dieser Function in ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Einflüssen, denen der Organismus unterliegen kann, einem baldigen Abschluss entgegensteht, wozu in neuester Zeit die mit dem Pettenkofer'schen Apparat angestellten Untersuchungen viel beigetragen haben. — Anders steht es mit der unmerklichen Wasserausscheidung des Körpers. Zwar besitzen wir auch in dieser Richtung werthvolle ältere und neuere Untersuchungen, welche uns die Gesetzte, nach denen sich die insensible Wasserabgabe im Ganzen richtet, mehr oder weniger genau kennen lehren; wie sich aber Haut und Lungen, als die beiden das Wasser in Gasform ausscheidenden Organe, in dieser Eigenschaft sowohl zu einander, als auch zum Gesamtperspirat verhalten, zumal unter wechselnden physiologischen

Bedingungen, ist uns aus Mangel brauchbarer Methoden für eine gesonderte Untersuchung der beiden bezüglichen Ausscheidungen, wenn wir von den bloß durch Rechnung erlangten Angaben absehen, bisher noch unbekannt geblieben.

Erst in den letzten Jahren hat V. Weyrich¹⁾ die unmerkliche Wasserausscheidung der Haut gesondert zum Gegenstande ausführlicher Beobachtungen gemacht. Die von ihm benutzte Methode, Bestimmung des Thaupunkts mittelst des Condensations-Hygrometers, lässt zwar Einwände zu, bietet aber unter gewöhnlichen physiologischen Verhältnissen eine beachtenswerthe Einsicht in den Gang der Wasserausscheidung der Haut und in deren Abhängigkeit von innern und äussern Einflüssen. Die durch diese Methode zu erzielenden Werthe sind nicht absoluter, sondern relativer Natur; sie gewinnen ihre Bedeutung erst durch ihre Beziehung zu andern wichtigen Körperfunktionen. Unter diesen nehmen unstreitig die Wasserverluste durch Nieren und Lungen den ersten Platz ein; aber gerade hinsichtlich der Erkenntniss dieser Verhältnisse bietet die Weyrich'sche Arbeit unausgefüllte Lücken. Nachdem eine hier erschienene Dissertation von Clever²⁾ unter Anderem die Beziehungen zwischen unmerklicher Wasserverdunstung der Haut und dem Urin aufzuklären versucht, hat die vorliegende Arbeit es sich zum Vorwurf gemacht, das Verhältniss zwischen der unmerklichen Wasserausscheidung der Lungen und derjenigen der Haut, so weit möglich zu ermitteln. Es handelt sich dabei im Wesentlichen darum zu erfahren, ob unter normalen, d. h. ungezwungenen Lebens-Verhältnissen, wie sie im Verfolg näher werden aus einandergesetzt werden, der Wasserverlust durch die Lungen mit dem der Haut parallel geht oder in einem antagonistischen

1) Die unmerkliche Wasserverdunstung der menschlichen Haut. Leipzig 1862.

2) Untersuchungen über die unmerkliche Wasserverdunstung des menschlichen Körpers. Dorpat 1864.

oder sonstwie abweichenden Verhältnisse zu demselben steht. Dabei sollte es ebensowenig bei der Lungen-, wie bei der Hautverdunstung, für welche letztere die Weyrich'sche Methode in Gebrauch gezogen worden ist, auf absolute Grössen abgesehen sein; wenn solche aber dennoch vorgeführt werden, so findet dieser Umstand darin seine Erklärung und Rechtfertigung, dass die gewählte Methode der Untersuchung nicht anders als unter Ermittlung absoluter Werthe durchführbar erschien. Wenn die letzteren somit einerseits eigentlich nicht Zweck, sondern nur Mittel zur Erkenntniss der betreffenden Relationen seien sollten, so boten andererseits diese absoluten Werthe für den Wassergehalt der Expirationsluft im Verein mit deren Volumen einen doppelten Vortheil:

Erstens diene das Volumen dazu eine wirksame Controle für die Ungezwungenheit und Regelmässigkeit der Respiration abzugeben und dann

Zweitens konnte, falls neben Volumen und Wassergehalt auch die Temperatur der Expirationsluft gemessen wurde, wie es in vorliegender Arbeit geschehen ist, eine unserer Aufgabe sehr naheliegende Frage, betreffend die Sättigung der ausgeathmeten Luft mit Wasserdampf berücksichtigt werden, eine Frage in welcher die in diesem Punkt massgebenden Stimmen: Valentin und Moleschott verschiedener Ansicht sind.

Valentin¹⁾ nämlich behauptet auf mehrere Versuche mit der Brunnerschen Röhre gestützt, dass bei gewöhnlicher Zimmertemperatur die ausgeathmete Luft auf Körpertemperatur erwärmt und für diesen Temperaturgrad mit Wasserdampf gesättigt, den Körper verlasse. Gegen die Beweiskraft der in seinem Lehrbuch der Physiologie angeführten Untersuchungen für diese Behauptung haben schon C. Ludwig²⁾ und Vierordt³⁾ gewichtige

1) Lehrbuch der Physiologie. Braunschweig 1844. Bd. I, S. 529 u. ff.

2) Henle und Pfeuffer's Zeitschrift Bd. III, S. 147.

3) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Braunschweig 1844. Art und Respiration. Bd. II, S. 855.

Einwände erhoben, weil Valentin zwar Wasserquantitäten, die in einer Minute ausgeathmet werden angiebt, dabei aber weder die Temperatur, noch das Volumen der Expirationsluft gemessen hat. Zu seiner Rechtfertigung hat Valentin ¹⁾ noch einige Untersuchungen veröffentlicht, aus denen zwar hervorgeht, dass der Wassergehalt der Expirationsluft unter Umständen dem zur Sättigung nöthigen Werthe nahe steht, ob dieser letztere aber erreicht wird, lässt sich nicht entscheiden, da auch hier die Temperatur der ausgeathmeten Luft nicht angegeben worden ist.

Moleschott ²⁾ tritt der Valentinschen Ansicht entgegen, indem er angiebt die ausgeathmete Luft zwar beinahe auf Körpertemperatur erwärmt, aber nur in seltenen Fällen mit Wasserdampf gesättigt gefunden zu haben. Zu diesem Schluss ist Moleschott durch Vergleichung des Wassergehalts der Expirationsluft mit dem eines gleichen Volumens ambianter Luft, das er zuvor langsam durch Wasser (welches mittelst des Sorel'schen Apparats constant auf 37° C. erhalten wurde) hatte streichen lassen, gekommen. Wie unsicher aber die von ihm erlangten Resultate sind, geht schon daraus hervor, dass nach seiner Angabe die mit Wasser gesättigte Luft bei gleichem Volumen (2420 Ccm.) und gleicher Temperatur ganz verschiedene Wasserquantitäten zeigte wie 0,074 und 0,054, bei 8,8°; 0,054 und 0,040 grm. bei 7,0° C.

Was die Temperatur der ausgeathmeten Luft anlangt, die von beiden genannten Forschern, wenn auch nicht zu gleicher Zeit mit dem Wassergehalt, gemessen worden ist, so ist auch

1) Caustatt's und Eisenmann's Jahresbericht. 1844 und 1845, S. 101—202 und Lehrbuch der Physiologie. 2te Auflage. 1847, S. 532—547.

2) Versuche zur Bestimmung des Wassergehalts der vom Menschen ausgeathmeten Luft. Holländische Beiträge zu den anatom. und physiolog. Wissenschaften. Düsseldorf und Utrecht 1848. Bd. I, S. 86.

das von ihr Behauptete nicht beweisend, da weder Valentin noch Moleschott die zum Vergleich nöthige Körpertemperatur bestimmt haben.

Ich ergreife hier die Gelegenheit Herrn Prof. Weyrich, der mir das Thema zur vorliegenden Arbeit proponirt, die Methode der Untersuchung angegeben und bereitwilligst die Mittel zur Ausführung derselben zur Verfügung gestellt hat, meinen Dank auszudrücken, sowie auch Herrn Prof. Kämtz, der mir bei den nöthigen Rechnungen seinen Rath ertheilt hat.

I.

Plan der Untersuchung.

Dem Gesagten zufolge musste ich bei Lösung der mir gestellten Aufgabe auf folgende Punkte, die am betreffenden Ort eingehender werden behandelt werden, specielle Rücksicht nehmen:

- 1) Auf passende Mittel, um den Modus der Respiration einer genügenden Controle zu unterwerfen.
- 2) Auf das Volumen der Expirationsluft und die Temperatur derselben, im Moment wo sie den Körper verlässt.
- 3) Auf eine Wasser entziehende Substanz, durch die die ausgeathmete Luft streichen musste.
- 4) Auf Barometerstand, Temperatur und Feuchtigkeit der umgebenden Luft.
- 5) Auf die Wasserverdunstung der Haut.

Die Menge der Operationen, die zur genügenden Berücksichtigung dieser angeführten Punkte nöthig wurden, machten die vorliegenden Beobachtungen zu sehr zeitraubenden, indem ich anfangs eine Stunde, später bei grösserer Uebung aber immer noch eine halbe Stunde auf jede Einzelbeobachtung verwenden musste. Dieser Umstand giebt dem Einwande Raum, dass die einzelnen Operationen nicht unter identischen Bedingungen stattgefunden haben. Obgleich die Natur der Untersuchung diesen Einwand nicht ganz zu beseitigen gestattet, so

bin ich doch bestrebt gewesen denselben dadurch abzuschwächen, dass ich bei Anstellung der Beobachtungen stets ein und dieselbe Reihenfolge und zwar folgende eingehalten habe. Nach Bestimmung der Temperatur und des Thaupunktes der Zimmerluft, wurde zuerst die Perspiration der Haut nebst Athem- und Pulsfrequenz, alsdann das Volumen und der Wassergehalt der ausgeathmeten Luft gemessen und zuletzt Achseltemperatur und Temperatur der ausgeathmeten Luft bestimmt. Der Apparat zur Ermittlung der absoluten Feuchtigkeit der Zimmerluft war während der ganzen Beobachtungsdauer im Gange. Körperwägungen, die zur Bestimmung der absoluten Mengen des durch Haut und Lungen erlittenen Verlustes dienten, wurden in der Zwischenzeit ausgeführt, ebenso die später anzuführenden Wägungen der wasserabsorbirenden Substanz ¹⁾.

Da alle Beobachtungen an mir selbst bei Zimmertemperatur angestellt worden sind, so mögen hier einige Bemerkungen über mich und den Beobachtungsraum betreffende Verhältnisse Platz finden.

Zur Zeit der vorliegenden Beobachtungen war ich 27 Jahre alt und befand mich in einem guten Gesundheitszustand. Meine Körperlänge beträgt 172 Cm.; das Körpergewicht durchschnittlich etwas über 57 Kilogr.: der Knochenbau ist normal, die Musculatur mässig entwickelt, der Panniculus adiposus gering; die Haut ist nicht auffallend zu Schweißen geneigt, die Menge des ausgeschiedenen Harn's durchschnittlich 1600 Ccm. in 24 Stunden. Der Umfang des normal gewölbten Thorax beträgt unmittelbar uuter den Brustwarzen 85 Cm., seine Beweglichkeit daselbst 10½ Cm.; die vitale Lungencapazität 4100 Ccm.; das Volumen einer Expiration durchschnittlich

1) Die Barometerstände sind den Beobachtungen von Kämtz entnommen. Die Temperaturangaben beziehen sich alle auf die hunderttheilige Scala.

628 Ccm. Athemfrequenz 11, Pulsfrequenz 76 in der Minute; Achseltemperatur $37,5^{\circ}$ C. — Meine Lebensordnung während der Beobachtungen war eine möglichst ungezwungene, aber geregelte; die Diät eine hinreichende, jedoch mit Vermeidung aller erhitzenden Speisen und Getränke, als Caffé, Thee, Spirituosen. Zwischen 6 und 8 Uhr Morgens stand ich auf; frühstückte zwischen 8—9 (Milch und frische Semmel); nahm die Hauptmahlzeit zwischen 1 und 2 Uhr Mittags (Suppe und Braten) ein; speiste zwischen 8 und 9 Uhr zu Abend (Milch, Butterbrod mit Fleisch) und ging um Mitternacht zu Bett. Starke Anstrengungen wurden vermieden, ebenso absolute Ruhe, die ohnehin wegen der Beobachtungen nicht streng einzuhalten gewesen wäre. Täglich wenigstens ein Mal wurden Spaziergänge von halb- bis einstündiger Dauer zu verschiedenen Tageszeiten, besonders Nachmittags gemacht.

Alle Beobachtungen sind in demselben Locale, einem geräumigen, hellen, mit zwei nach Norden liegenden Fenstern versehenen Zimmer, dessen Temperatur ziemlich constant $17—18^{\circ}$ C. betrug, angestellt worden und fallen mit geringen Unterbrechungen in die Zeit vom 18 August bis zum 15 September und vom 10 bis zum 22 December 1864 (n. St.). Ausser diesen beiden Beobachtungsreihen sind der Controle wegen im Verlauf des December 1864 und Januar 1865 vereinzelte Beobachtungen gemacht worden. Die Witterungen im August und September war sehr regnerisch und verhältnissmässig kalt; im December kalt, und meistens heiter.

II.

Temperatur der ausgeathmeten Luft.

Da es nach der in der Wissenschaft allgemein gültigen Ansicht: die ausgeathmete Luft sei ebenso hoch oder doch nur wenig niedriger temperirt als der Körper, wahrscheinlich war, dass bei gleichbleibenden äussern Verhältnissen die Temperatur der Achselhöhle zu derjenigen der ausgeathmeten Luft in einem constanten Verhältnisse stehe, so habe ich in dieser Beziehung mehrere Untersuchungen angestellt, bevor ich mich an die vorliegende Arbeit machte, in der Hoffnung späterhin aus der Achseltemperatur auch mit Sicherheit die Temperatur der ausgeathmeten Luft bestimmen zu können. Etwa 60 Beobachtungen bestätigten meine Voraussetzung nicht, weshalb ich denn gezwungen war in der Folge immer beide Wärmemessungen zugleich anzustellen. Nachstehende Resultate beziehen sich auf alle von mir gemachten Temperaturbestimmungen der ausgeathmeten Luft.

Bisher ist die Temperatur der ausgeathmeten Luft, wenn sie den Körper verlässt, meines Wissens, ¹⁾ nur von Brunner und Valentin ²⁾ und von Moleschott ³⁾ experimentell bestimmt worden. Brunner und Valentin bedienten sich zu

1) Vergl. Anmerkung S. 38.

2) Lehrbuch der Physiologie. a. a. O.

3) a. a. O.

diesem Zweck einer mit einem Mundstück versehenen Glasröhre, innerhalb welcher durch Korkstücke ein Thermometer befestigt war; Moleschott machte die Temperaturbestimmung in der hintern Mundhöhle, hat sein Verfahren aber nicht näher angegeben.

Da bei Beobachtungen mit dem Valentinschen Apparat der Stand der Quecksilbersäule aber erst nach Anstellung des Versuchs abgelesen werden kann und auch während desselben das Thermometer zu sehr den Einflüssen der umgebenden Luft ausgesetzt ist, was Valentin selbst zugesteht; ausserdem aber dadurch, dass das dem Mundstück entgegengesetzte Ende des Glasrohrs bis zu Capillarenweite verengert ist die expirirte Luft comprimirt und folglich Wärme frei wird, die auf das Thermometer wirken kann, so benutzte ich zu meinen Beobachtungen eine andere Vorrichtung, die in Folgendem bestand: (Siehe Abbildung.)

An einer 14 Cm. langen, 2 Cm. im Durchmesser haltenden Röhre (a) aus Buchsbaumholz, von 2,5 Mm. Wandstärke ist 2 Cm. von einem Ende eine etwa 3 Cm. lange Röhre (b) von gleichem Kaliber senkrecht angebracht, so dass das Ganze eine dreischenkligte Canüle bildet. In der längern Röhre wurde durch einen Kork (d), welcher das der kleinern Röhre zunächst liegende Ende verschliesst, ein Geisler'sches in Zehntelgrade nach Celsius getheiltes Thermometer (c) in der Weise befestigt, dass die Spitze der Cuvette (g) nahezu bis an's entgegengesetzte Ende der Röhre reichte, während die Scala des Thermometers von + 28° an ausserhalb derselben zu liegen kam. Das die Thermometerkugel enthaltende Ende dieses Apparats wurde in die Mundhöhle gebracht und zwar 5 Cm. tief, von den Lippen an gerechnet, eine Entfernung die einerseits Reizungen des weichen Gaumens durch das Instrument verhinderte, andererseits die Thermometerkugel der Einwirkung der umgebenden Luft entzog. Nachdem die Lippen um die

Röhre geschlossen waren, geschah die Inspiration, nach Verschliessung der Oeffnung der kleinern Röhre (e) mittelst des Daumens, durch die Nase; die Expiration dagegen musste nach Schliessung der Nasenöffnungen durch die wieder geöffnete Röhre erfolgen, wodurch bezweckt wurde, dass die Cuvette des Thermometers nur mit der ausgeathmeten Luft in Berührung kam. Auf die angegebene Weise wurde solange geathmet, bis das Quecksilber seinen Stand nicht mehr veränderte, wozu in der Regel 10 Minuten genügten. Das Ablesen geschah mittelst eines Spiegels. Um die gefundenen Werthe mit der Körperwärme vergleichen zu können, musste diese ebenfalls in der Mundhöhle gemessen werden; und zwar wählte ich die Gegend unterhalb der Zunge. Da sich aber nach etwa 60 Beobachtungen, in denen zugleich auch die Achseltemperatur gemessen war, herausstellte, dass diese constant ein, selten zwei Zehntelgrade niedriger temperirt war, als die Unterzungengegend, so habe ich in der Folge nur die erstere bestimmt.

Als arithmetisches Mittel aus über 200 zu verschiedenen Tageszeiten angestellten Beobachtungen habe ich für die Achseltemperatur 37,47° C., für die Temperatur der ausgeathmeten Luft aber nur 36,35° C. gefunden, mithin einen Unterschied von 1,12°. Dass diese niedrigere Temperatur nicht von zu frühem Ablesen des Quecksilberstandes herrühre, davon habe ich mich dadurch überzeugt, dass ich: erstens zu wiederholten Malen den ganzen Apparat in warmem Wasser von 40—45° C. so lange habe liegen lassen, bis er selbst diese Temperatur angenommen hatte; bei darauf vorgenommenen Versuche zeigte es sich, dass die Quecksilbersäule während der Inspirationen gar nicht oder nur wenig, bei den Expirationen aber sehr bedeutend sank, bis sie denselben Stand eingenommen, den sie bei unmittelbar vorher angestelltem Versuche ohne Erwärmung

des Apparats inne hatte. Zweitens habe ich regelmässig, nachdem ich 10 Minuten auf die oben beschriebene Weise geathmet hatte, die Röhre auch während der Expirationen geschlossen gehalten, so dass die ein- und ausgeathmete Luft ihren Weg nur durch die Nase nehmen konnte; nach 1—2 Minuten war das Thermometer regelmässig um einige Zehntelgrade gestiegen, was noch schneller und ausgiebiger durch Anlegen der Zungenspitze an die Kugel bewirkt werden konnte; so wie nun aber alsdann die Expirationen wieder durch die Röhre gemacht wurden, fiel das Quecksilber auf seinen früheren Stand. Diese Versuche beweisen, dass die Temperatur der ausgeathmeten Luft bei gewöhnlicher Zimmertemperatur stets geringer als die Achseltemperatur, dass sie aber auch in keinem Falle zu niedrig angegeben ist.

Die Tagesschwankungen meiner Achseltemperatur, und der der ausgeathmeten Luft verhalten sich folgendermassen:

Die Achseltemperatur steigt von 6 Uhr Morgens ziemlich regelmässig bis 12 Uhr Mittags, fällt bis 2 Uhr Nachmittags ein wenig, erreicht um 6—7 Uhr Abends ihren höchsten Stand und ist um 12 Uhr Mitternacht so ziemlich auf den am Morgen um 6 Uhr eingenommenen zurückgekehrt ¹⁾.

Die Temperatur der ausgeathmeten Luft steigt und sinkt im Allgemeinen mit der Achseltemperatur; die eine Steigung fällt zwischen 1 und 2 Uhr Nachmittags, die andere zwischen 6 und 7 Uhr Abends; sie unterscheidet sich aber wesentlich vom Gange der Achseltemperatur dadurch, dass sie um Mitter-

1) Vergl. F. v. Bärensprung, „Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse des Fötus und des erwachsenen Menschen im gesunden und kranken Zustande.“ Müller's Archiv 1851, S. 160 u. ff. — Lichtenfels und Fröhlich, „Beobachtungen über die Gesetze des Ganges der Pulsfrequenz und Körperwärme.“ Wien 1852, S. 7.

nacht bedeutend höher steht als um 6 Uhr Morgens. Mit andern Worten: die Temperatur der ausgeathmeten Luft steigt vom Morgen verhältnissmässig viel schneller bis zu ihrem höchsten Stande, fällt dagegen bis Mitternacht viel langsamer ab als die Achseltemperatur; weshalb die Differenz zwischen beiden Temperaturcurven am Morgen am grössten, am Abend am kleinsten ist. Das Genauere zeigt folgende Tabelle, in der die Mittel der zwischen je zwei Stunden fallenden Beobachtungen zusammengestellt sind. (Vergl. graph. Darstellungen.)

Stunden	6—8	8—10	10—12	12—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	Mittel aller Beobachtungen.
Achseltemperatur	37,08°	37,31°	37,62°	37,57°	37,62°	37,64°	37,61°	37,50°	37,14°	37,47°
Temperatur der Expirationsluft	35,72	36,03	36,46	36,57	36,54	36,52	36,59	36,42	36,17	36,35
Maximum	1,90	1,80	1,40	1,50	1,40	1,60	1,50	1,40	1,30	1,53
Minimum	1,10	0,90	0,80	0,70	0,50	0,80	0,60	0,70	0,60	0,7
Mittel	1,36	1,27	1,16	1,00	1,08	1,12	1,02	1,08	0,97	1,12
Zahl der Beobachtungen	10	35	26	27	17	28	22	17	28	210

Was die Beziehungen der Temperatur zu den übrigen respiratorischen Functionen und dem Pulse anlangt, so gehen Athem- und Pulsfrequenz ziemlich parallel mit der Temperatur der Expirationsluft, während diese zum Volumen, sowohl einer Expiration, als auch der in einer bestimmten Zeit expirirten Luft kein so constantes Verhältniss zeigt; doch steigt im Allgemeinen die Temperatur mit Zunahme des Volumens, das in der Zeiteinheit ausgeathmet wird und mit Abnahme desjenigen einer Expiration. (Vergl. Tab. auf Seite 25 und die Curven.)

Von den verschiedenen äussern und innern Einflüssen, denen der Körper unterworfen ist, scheinen die äusseren, wie Barometerstand, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung, Jahreszeit etc. keine Veränderungen der Temperatur der Expirationsluft zu bewirken, wenigstens sind meine Beobachtungen nicht zahlreich genug, um eine solche nachzuweisen. Von der Temperatur der umgebenden Luft gilt für die geringen Schwankungen, denen die Zimmertemperatur unterworfen ist ein Gleiches, indem der Einfluss derselben durch die Tagesschwankungen der Temperatur der Expirationsluft gänzlich verdeckt wird. Dass solch ein Einfluss aber existirt hat schon Valentin (a. a. O.) gezeigt, und kann ich durcheinige Versuche, die ich in dieser Beziehung bei sehr differirenden Temperaturen angestellt habe bestätigen. Den Versuchen bei sehr niedriger Temperatur habe ich solche bei gewöhnlicher Zimmertemperatur unmittelbar vorausgeschickt, wie folgende Tabelle zeigt.

Bei gewöhnlicher Zimmerwärme.			In einem anders temperirten Zimmer.	
Zimmertemperatur.	Temperatur der Expirationsluft.	Achseltemperatur	Zimmertemperatur	Temperatur der Expirationsluft.
17,0°	36,3°	37,5°	2,5°	35,5°
18,4	37,0	37,7	—1,6	36,1
17,2	36,2	37,4	—4,5	35,3
		38,0	44,5 *)	38,6

*) In einem Dampfbadezimmer.

Von weit grösserem Belang für die Temperatur der ausgeathmeten Luft sind die innern Einflüsse, unter denen mir übrigens nur für Nahrungsaufnahme, Bewegung und Schlaf eine einigermaßen genügende Anzahl von Beobachtungen zu Gebote steht. In den folgenden Zusammenstellungen ist der unmittelbar vorhergehende ruhende Zustand bei Ausschluss anderer beeinflussender Einwirkungen als Ausgangspunkt angenommen worden.

Die Nahrungsaufnahme, Mittagsmahlzeit, bewirkt folgende Veränderungen. (A = Achseltemperatur; E = Temperatur der Expirationsluft).

	A.	E.	Differenz			Puls-	Athem-	Zahl der
			Max.	Min.	Mittel			
1-08tund vor d. Mahlzeit	37,84°	36,49°	1,6°	0,8°	1,15°	76,2	10,5	12
0-1 „ nach „ „	37,71	36,77	1,2	0,6	0,94	87,1	12,0	6
1-2 „ „ „ „	37,94	36,74	1,4	0,9	1,20	79,2	11,2	6

Die Mittagsmahlzeit scheint hiernach in der ersten Stunde mehr steigend auf die Temperatur der ausgeathmeten Luft, als auf die Körpertemperatur zu wirken; doch sind die Be-

obachtungen zu gering an Zahl um einen sicheren Schluss ziehen zu können.

Zur Bewegung, die meist in nicht ermüdenden Gängen im Freien von etwa einer Stunde bestand, habe ich auch das laute Lesen während einer Stunde (3 Beobachtungen ¹⁾) hinzugezählt, weil die Resultate ganz dieselben sind. Die 12 mir zu Gebote stehenden Beobachtungen, die alle unmittelbar nach der Bewegung angestellt sind, weil nach Verlauf von $\frac{1}{2}$ — 1 Stunde die Einwirkungen nicht mehr in allen Fällen deutlich nachzuweisen sind, ergeben folgende Durchschnittswerthe:

	A.	E.	Differenz			Puls- Frequenz	Athem- Frequenz	Zahl der Beobach- tungen.
			Max.	Min.	Mittel			
Vor der Bewegung .	37,50°	36,15°	1,8°	1,1°	1,35°	71,9	9,0	12
Nach der Bewegung .	37,64	36,55	1,5	0,6	1,09	86,1	10,6	12

Wie wir gesehen haben ist die Temperatur der ausgeathmeten Luft am Morgen zwischen 6—7 Uhr, d. h. gleich nach dem Schlaf am niedrigsten; dasselbe Sinken zeigt sich auch nach $\frac{1}{2}$ — 1 stündigem Schlaf während des Tages, selbst gleich nach der Nahrungsaufnahme, die wie wir gesehen sonst eine Steigerung zu bewirken scheint:

	A.	E.	Differenz			Puls- Frequenz	Athem- Frequenz	Zahl der Beobach- tungen.
			Max.	Min.	Mittel			
Vor dem Schlaf . . .	37,57°	36,37°	1,60°	0,80°	1,20°	80,7	10,8	7
Nach „ „ . . .	37,54	36,21	1,80	1,00	1,33	74,3	10,0	7

1) Das laute Lesen für sich ergab folgende Werthe:

	A.	E.	Differenz.	Pulsfreq.	Athemfreq.
Vor dem Lesen . . .	37,61°	36,40°	1,21°	72,3	9,2
Nach „ „ . . .	37,74	36,71	1,03	76,4	10,8

Die Bewegung steigert also, der Schlaf vermindert dagegen die Temperatur der Expirationsluft in höherem Grade als die Achseltemperatur.

Aus allen hier angeführten Resultaten geht hervor, dass die Temperatur der ausgeathmeten Luft einem schnelleren Wechsel unterworfen ist als die Achseltemperatur, indem selbst Momente wie der einstündige Schlaf, der auf die letztere fast gar keinen Einfluss ausübt, die Temperatur der Expirationsluft schon merklich ändert. Diese grösseren Veränderungen zeigen sich auch bei Vergleichung des höchsten und niedrigsten Standes der Temperaturen, die aus den Mitteln einzelner Stunden des Tages gegriffen, für die Achseltemperatur 37,00° und 37,78°, für die der ausgeathmeten Luft 35,63° und 36,72° betragen; für die erstere ergibt sich ein Unterschied von nur 0,78° für letztere dagegen von 1,09°.

Zum Schluss will ich hier noch einige Beobachtungen anführen, die ich Gelegenheit hatte an zwei andern Individuen (II und III) anzustellen, indem ich die bei mir (I) zu gleicher Zeit und in demselben Raume gefundenen Werthe beifüge.

II.			I.		
Mundhöhle	E.	Differenz.	Mundhöhle	E.	Differenz.
37,1°	36,1°	1,0°	37,6°	36,3°	1,3°
37,0	36,4	0,6	37,2	35,6	1,6
37,1	36,2	0,9	37,2	36,0	1,2
37,4	36,6	0,8			
37,1	36,1	1,0			
III.					
37,480°	36,400°	1,080°	37,758°	36,683°	1,075° *)

*) Herr Prof. Kämtz war so freundlich diese Beobachtungen aus dem Steigen und, nach Erwärmung des Apparats bis auf 45° C., aus dem Fallen des Quecksilbers von halber Minute zu halber Minute zu berechnen.

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich ist das Verhältniss zwischen Körpertemperatur und Temperatur der ausgeathmeten Luft so ziemlich dasselbe, wie bei mir.

Was die Ursache des niedrigeren Temperaturgrades der ausgeathmeten Luft gegenüber der Körpertemperatur anlangt, so kann diesselbe nicht einem zu kurzen Verweilen der Luft in den Lungen zugeschrieben werden, da mehrere Versuche, bei denen ich die eingeathmete Luft 10—15 Secunden in den Lungen zurückhielt, eine Zeit die hinreichen müsste zur Ausgleichung der Temperaturunterschiede zwischen Lungenwandungen und Inspirations-Luft, doch nur eine Wärmezunahme der letzteren um 2—3 Zehntelgrade aufweisen. Vielmehr glaube ich den Grund in dem beim Verdunsten des Wassers stattfindenden Binden von Wärme suchen zu müssen. Da sich aber nach meinen Untersuchungen die Temperatur der Expirationsluft nicht streng nach der von den Lungen bei jedem Athemzuge verdunsteten Wasserquantität richtet, so müssen ausser dieser Verdunstung noch andere Umstände mitwirken, die möglicherweise in der Menge des mit jeder Herzcontraction aus dem rechten Herzen entleerten Bluts und in der Geschwindigkeit mit der dasselbe die Lungen passirt, zu suchen sind.

III.

Wassergehalt der ausgeathmeten Luft.

Zur Bestimmung des Wassergehalts der expirirten Luft bediente ich mich, wie Valentin¹⁾ der Brunner'schen Röhre, deren Ampullen statt des Asbests, der sich nach mehrfachen Versuchen als nicht practisch erwies, mit 3—4 Cm. langen und 2—3 Mm. dicken Stücken von Glasröhren gefüllt waren. Als wasserentziehende Substanz wurde die Nordhäuser Schwefelsäure gewählt, und zwar in so grosser Quantität, 8 Ccm., dass nachdem die Capillarröhren so viel wie möglich aufgenommen hatten, die Umbiegungsstelle der Brunner'schen Röhre für die Luft gerade eben nur abgesperrt war. In dieser Quantität konnte sie zu 4—6 Versuchen dienen, wovon ich mich dadurch überzeugt habe, dass eine zweite mit dem Brunner'schen Apparat in Verbindung gebrachte und mit englisches Schwefelsäure gefüllte Röhre, als Vorlage, nach viertelstündigem Durchathmen nicht an Gewicht zugenommen hatte, was auch schon Valentin angiebt.

Nach der Füllung wurde die Röhre an beiden Enden mit Kork verschlossen und zusammen mit einer Kautschukkappe, wie sie zum Verschluss von Flaschen in chemischen Laboratorien benutzt werden, auf einer empfindlichen chemischen Wage gewogen. Diese Kappe diente dazu die Verdunstung des auf

1) a. a. O

dem Mundstück niedergeschlagenen Wasser's vor oder während der Wägung, die nach dem Versuch gemacht werden musste zu verhindern. Der Unterschied der beiden Wägungen ergab den absoluten Wassergehalt der Expirationsluft.

Da wie oben bemerkt die ausgeathmete Luft möglicherweise mit Wasserdampf gestättigt sein konnte, so musste, um dieses nachzuweisen, ausser ihrer Temperatur auch das Volumen gemessen und die Temperatur, die dieses bei der Messung zeigte, notirt werden. Zu dem Ende wurde die Brunner'sche Röhre mit einem, nach Art des Hutchinson'schen Spirometers aus Weissblech construirten Gasometer in Verbindung gebracht. Der innere Cylinder dieses Apparats fasste über 109 Litres und war mit einer in Cm. getheilten Scala versehen; jedem Cm. Höhe entsprach ein Rauminhalt von 1159,58 Ccm. Mittelst eines passend angebrachten Zeigers war es möglich noch $\frac{1}{10}$ Cm. der Scala genau abzulesen. Durch eine in der Decke des innern Cylinders befindliche mit Kork gefüllte Oeffnung reichte ein mit gefärbtem Wasser gefülltes Manometer und ein Thermometer in das Innere des Cylinders, doch nur soweit, dass sie das als Sperrflüssigkeit benutzte Wasser nicht berührten.

Der Gang der Beobachtung war folgender: Nach Abwägung des Brunner'schen Apparats nebst Kautschukkappe wurde die Athemfrequenz mehrere Male gemessen, wobei ich bemüht war, meine Aufmerksamkeit soviel als möglich auf andere Gegenstände zu richten, um das subjective Gefühl vor allem Zwang zu bewahren. Alsdann wurde 3 Minuten lang nach der Secundenuhr frei d. h. ohne Schwefelsäureröhre ins Spirometer bei verschlossenen Nasenöffnungen expirirt, während die die Inspirationen bei geschlossenem Munde durch die Nase stattfanden. Nach Bezeichnung der Steigung des innern Cylinders an der Scala, und zwar für jede einzelne Minute, wurde

durch die Brunner'sche Röhre ebenso lange und auf dieselbe Weise geathmet mit strenger Einhaltung der Zahl der Respirationen und des durch sie producirtten Volumens für jede Minute. Ausserdem wurde noch je nach Bedürfniss das Fallgewicht des Gasometers vermehrt, so dass schon der geringste Expirationsdruck hinreichte den Widerstand der Schwefelsäure zu überwinden. Nach Ablauf der drei Minuten wurde das Spirometer durch einen Hahn verschlossen, die Brunner'sche Röhre entfernt, an beiden Enden verkorkt und über das Mundstück die Gummikappe gezogen. Nach Verlauf von etwa 10 bis 15 Minuten wurde alsdann, nachdem die gefärbte Flüssigkeit im Manometer in beiden Schenkeln auf ein gleiches Niveau gebracht war, die Steigung an der Spirometerscala und die Temperatur der abgesperrten Luft abgelesen und darauf die Brunnersche Röhre gewogen. Beides geschah erst nach Ablauf von 10—15 Minuten, ein Mal aus Rücksicht auf die Temperatur, um ein Constantbleiben der Quecksilbersäule abzuwarten, die durch Sättigung der trocken in das Spirometer eintretenden Luft gleich nach dem Versuch im Sinken begriffen war; dann aus Rücksicht auf die Wägung, weil durch die Aufnahme von Wasser die Schwefelsäure sich stark erhitzt und dadurch die Wägung einen etwas geringeren Ausschlag giebt.

Als Beobachtungsdauer wurde eine Frist von 3 Minuten gewählt, um einerseits vorkommende Unregelmässigkeiten in der Respiration zum Ausgleich zu bringen, andererseits etwaige Beobachtungsfehler durch Vertheilung auf ein grösseres Volumen ausgeathmeter Luft zu verkleinern.

Die Gasvolumina sind alle auf 0° C. und 760 Mm. Quecksilberdruck berechnet, wobei der Ausdehnungscoefficient = 0,00367 nach Gyt¹⁾ zu Grunde gelegt ist.

1) Gyt: Smithsonian Miscellaneous Collections. Tables meteorological and physical. Second edition. Washington 1858 S. 38.

Zunächst gebe ich hier eine Zusammenstellung der Mittel der respiratorischen Functionen aus den zwischen je zwei Stunden fallenden Beobachtungen.

Stunden.	6—8	8—10	10—12	12—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	Mittel aller Beobachtungen.
Athemfrequenz in einer Minute	9,30	9,91	10,73	10,95	12,00	11,00	11,00	11,00	11,18	10,7
Volumen der in 3 Minuten expirirten Luft in Ccm. . .	18914	17873	20093	19451	20709	20477	20170	20505	19679	19696
Volumen einer Expiration in Ccm.	670	628	636	608	605	626	633	654	627	628
Temperatur der ausgeathmeten Luft	35,63°	36,05°	36,57°	36,57°	36,56°	36,50°	36,67°	36,50°	36,09°	36,37°
Achseltemperatur	37,08°	37,35°	37,55°	37,56°	37,64°	37,61°	37,69°	37,53°	37,05°	37,46°
Pulsfrequenz in einer Minute	66,7	70,4	79,2	77,1	82,6	80,0	78,8	79,7	76,6	76,8
Zahl der Beobachtungen . . .	10	23	15	22	14	20	15	11	20	150

Der grösseren Uebersichtlichkeit wegen habe ich noch graphische Darstellungen aller dieser Functionen nach den auf jede einzelne Stunde fallenden Mitteln angefertigt; aus denselben geht Folgendes hervor:

Das Volumen der in 3 Minuten ausgeathmeten Luft steigt von 6 Uhr Morgens, mit einer Verminderung zwischen 8 und 9 Uhr bis 12 Uhr Mittags, fällt zwischen 1 und 2 Uhr Nachmittags und erreicht zwischen 3 und 4 Uhr seinen zweiten Höhepunkt, von dem es mit einigen Schwankungen bis Mitternacht abfällt. Zwischen 8 und 9 Uhr Abends zeigen meine Beobachtungen (cf. Zeichnung) eine bedeutende Steigerung fast aller Functionen. Ob dieses etwas Constantes ist, wage ich nicht zu entscheiden, weil auf diese Stunde, in welcher die Abendmahlzeit eingenommen wurde, leider nur 3 Beobachtungen fallen. Speck¹⁾ hat eine solche Steigerung aller Functionen in den Stunden zwischen 6 und 9 Uhr Abends ebenfalls wahrgenommen.

Die Athem- und Pulsfrequenz gehen mit dem Volumen der in 3 Minuten expirirten Luft parallel, während das Volumen einer Expiration bedeutende Schwankungen, im Allgemeinen aber einen entgegengesetzten Gang zeigt.

Die Resultate stimmen mit den von Vierordt²⁾ erlangten ziemlich gut überein, nur dass das Fallen und das Sinken der einzelnen Functionen nicht ganz denselben Stunden entsprechen, wofür der Grund in meiner anders normirten Lebensordnung zu suchen ist.

Die inneren Einflüsse verändern das Athmen folgendermassen:

1) Vergl. Speck: Wirkung körperlicher Anstrengungen auf den menschlichen Organismus. Archiv für gemeinschaftliche Arbeiten Bd. VI, 1863. S. 301.

2) Physiologie des Athmens. Karlsruhe 1845 S. 70 u. graph. Darstellungen.

Bewegung. (12 Beobachtungen.)

	Puls- Frequenz.	Athem- Frequenz.	A.	E.	Volum. einer Expiration.	Volumen der Expirationen in 3 Minuten.
Vor der Bewegung . . .	71,9	9,0	37,50°	36,15°	646 Ccm.	17484 Ccm.
Nach der Bewegung . .	86,1	10,6	37,64	36,55	624 „	19788 „

Nahrungsaufnahme. (12 Beobachtungen.)

Vor der Mahlzeit . . .	76,2	10,5	37,64°	36,49°	633 Ccm.	19738 Ccm.
0—1 St. nach der Mahlz.	87,1	12,0	37,71	36,77	620 „	21417 „
1—2 „ „ „	79,2	11,2	37,94	36,74	653 „	20481 „
2—8 „ „ „	77,0	11,7	37,68	36,50	606 „	21045 „

Es wird also gesteigert:

in der ersten Stunde nach der Mahlzeit ¹⁾ und nach der Bewegung

	Mittel.	Max.	Min.	Mittel.	Max.	Min.
Pulsfrequenz in der Minute . . . um	10,9	22	7	um 14,2	25	0 Schläge
Athemfrequenz in der Minute . . „	1,5	3	0	„ 1,6	3	0 Athemz.
Ausgeathmete Luft in der Min. „	560	1245	75	„ 768	1138	— 318 Ccm.
Achseltemperatur „ „ „	0,07°	0,3°	— 0,1°	„ 0,14°	0,5°	— 0,3°
Temperatur der Expirationsluft „	0,28°	0,4°	0,1°	„ 0,40°	0,9°	— 0,5°

Das Volumen einer Expiration zeigt bei mir in beiden Fällen eine Verminderung, was von den Vierordt'schen Beobachtungen abweicht.

Der Schlaf setzt, wie in der Nacht, so auch am Tage, die respiratorischen Functionen herab:

Einstündiger Schlaf. (4 Beobachtungen.)

	Puls- Frequenz.	Athem- Frequenz.	A.	E.	Volum. einer Expiration.	Volumen in 3 Min.
Vor dem Schlaf	82	10,5°	37,68°	36,60°	589 Ccm.	20244 Ccm.
Nach dem Schlaf. . . .	77	10,0	37,64	36,23	665 „	19953 „
Differenz	—5	—0,5	—0,04	—0,37	+ 76 „	— 291 „

1) Vergl. Vierordt S. 256, 90 u. 98.

Nachdem ich im Vorhergehenden einen factischen Beleg für die Ungezwungenheit und Naturgemässheit meines Athmens gegeben zu haben glaube, will ich mich zur Erledigung der mir gestellten Hauptaufgabe, zu der Wasserabgabe durch die Lungen (resp. Mund- und Rachenhöhle) wenden.

Der absolute Wassergehalt der Zimmerluft, der zur Bestimmung des Wasserverlusts durch die Lungen von dem Werth, der für die Expirationsluft gefunden war, abgezogen werden muss, wurde nach der Brunner'schen Methode durch Aspiration mittelst eines Gasometers bestimmt, wobei aber statt des Chlorcalcium englische Schwefelsäure, die schärfere Resultate liefert, in Gebrauch gezogen wurde.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung der Resultate der einzelnen Beobachtungen zeigt sich ein auffallendes Zusammengehen des Wassergehalts mit dem Volumen der in 3 Minuten expirirten Luft, was denn auch die auf jede Stunde fallenden Mittelwerthe zeigen, welche in der vorliegenden Tabelle enthalten sind.

Stunden.	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—1	1—2	2—3
Volumen in Ccm.	18341	19201	17435	18408	19982	20337	19942	18850	20554
Wasser in Grm.	0,8098	0,8498	0,7826	0,8439	0,9270	0,9561	0,9228	0,8913	0,9616
Zahl d. Beobacht.	8	7	13	10	10	5	12	10	7

Stunden.	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Volumen in Ccm.	20866	20226	20764	20464	19876	21459	20028	19929	19512
Wasser in Grm.	0,9716	0,9363	0,9694	0,9779	0,9297	1,0247	0,9296	0,9116	0,8701
Zahl d. Beobacht.	7	11	9	7	8	8	3	8	12

Es ist hieraus ersichtlich, dass einem bestimmten Volumen expirirter Luft auch immer eine ganz bestimmte Menge

Wassers entspricht; ob aber die Lungen immer einen constanten Antheil hergeben, wird sich zeigen, wenn man das aus der Atmosphäre stammende Wasser¹⁾ von den gefundenen Werthen abzieht.

Zu diesem Zwecke will ich, um nicht alle Beobachtungen durchgehen zu müssen, hier einige annähernd gleiche Volumina der in 3 Minuten ausgeathmeten Luft, den Wassergehalt der letzteren und die Wassermenge, die nach Abzug der aus der Zimmerluft eingeathmeten Feuchtigkeit nachbleibt, also von den Lungen abgegeben ist, anführen.

Expirationsluft in drei Minuten.	Absolute Wassermenge der Expirationsluft.	Aus der Atmosphäre stammendes Wasser	Wasserverlust durch die Lungen.
19608 Ccm.	0,9505 Grm.	0,1362 Grm.	0,8143 Grm.
19556	0,9345	0,1428	0,7917
19525	0,9460	0,1479	0,7981
19732	0,9565	0,1922	0,7643
19647	0,9556	0,2081	0,7474
19597	0,9315	0,2215	0,7100

Aus diesen, wie aus allen gleich anzuführenden Beobachtungen ergibt sich, dass die Wasserabgabe der Lungen sich gewissermassen nach der Feuchtigkeit der umgebenden Luft richtet.

Dieser Umstand nun, dass die Lungen bei ein und demselben Volumen Expirationsluft je nach dem Wassergehalt der Zimmerluft eine grössere oder geringere Menge Feuchtigkeit verdunsten lassen, um einen für dieses Volumen ziemlich constanten Werth zu erreichen, scheint mit grosser Wahrscheinlichkeit auf Sättigung hinzudeuten; die Schwankungen dieses

1) Bei der Berechnung der Wassermenge, die aus der Zimmerluft aufgenommen wird, ist das Volumen der In- und Expirationen als gleich angenommen.

Werthes müssten dann Unterschieden in der Temperatur und dem Barometerstande zugeschrieben werden.

Ob dem wirklich so sei, wird sich zeigen, wenn man die beobachteten Werthe für den Wassergehalt mit den durch Rechnung gewonnenen vergleicht.

Zu dem Zweck muss erst ermittelt werden wie gross die Volumina der expirirten Luft, die wie schon bemerkt hier alle auf 0° C. und 760 Mm. Quecksilberdruck zurückgeführt worden, wenn sie den Körper verlassen, sind. Die zur Durchführung der Rechnung nöthigen Grössen sind bekannt: Temperatur der ausgeathmeten Luft t , Barometerstand b . und Ausdehnungscoefficient der Luft = 0,00367. Nennen wir das Volumen bei 0° und 760 Mm. Barometerstand v , das zu suchende x , so ist: $x = v \cdot \frac{760 (1 + 0,00367 \cdot t)}{b}$.

Nachdem auf diese Weise das Volumen bestimmt war, habe ich nach den Gyt'schen¹⁾ Tabellen für die grösste Dichtigkeit des Wasserdampfs bei einer bestimmten Temperatur, die Wassermenge, die nöthig ist um das Volumen zu sättigen berechnet.

Zur Vergleichung mit diesen berechneten Werthen werde ich hier nur die Beobachtungen vom 8. September an anführen, weil die vorhergehenden ohne Benutzung der Kautschukkappe angestellt und folglich die gefundenen Wassermengen etwas zu gering ausgefallen sind.

1) A. a. O. S. 39, Tab. V. Diese Tafeln geben die Dichtigkeit nur für die ganzen Grade an. Für die Zehntel-Grade habe ich den Unterschied der Logarithmen der beiden zunächst liegenden Werthe, dividirt durch 10 genommen und zwar aus dem Grunde, weil die Dichtigkeit der Wasserdämpfe für die verschiedenen Temperaturen ähnlich wie die Logarithmen in einem geometrischen Verhältnisse zu einander stehen.

Datum.	Stunde.	Zimmertemperatur.	Feuchtigkeit der Zimmerluft %.	Barometerstand Mm.	Temperatur der Expirationsluft	Achseltemperatur.	Puls-Frequenz in einer Minute.	Athem-Frequenz in einer Minute.	Volumen der Expirationsluft in drei Minuten in Ccm.	
									bei 0° und 760 Mm. Barometerstand.	bei E. und dem jeweiligen Barometerstand.
									Ccm.	Ccm.
8. Spt	8 Ab.	17,0°	63	748,26	36,5°	37,3°	85	10	18361	21152
9. „	9 M.	16,9	70	747,13	36,7	37,7	74	10	18878	21796
	12	17,6	66	748,08	36,6	37,6	80	10	19647	22647
	3	17,3	64	748,08	36,8	37,9	86	11	19872	22921
	6	16,9	63	750,06	36,3	37,8	86	11	19732	22664
	11 Ab.	16,9	66	752,09	36,3	37,2	84	10	19345	22161
10. „	8 M.	16,4	67	753,45	35,7	37,1	60	9	17082	19492
	10	16,9	62	752,54	36,4	37,6	78	10	18245	20893
	1	16,8	60	752,09	36,7	37,6	88	11	20643	23677
	5	16,9	67	752,09	36,3	37,6	68	12	21771	24939
	11 Ab.	17,0	75	751,87	36,0	37,0	76	9	21310	24394
11. „	9 M.	16,6	73	753,00	35,7	37,2	60	9	18605	21245
	12	16,9	64	753,00	36,5	37,5	76	10	19775	22639
	2	17,0	66	753,22	36,8	37,8	90	12	21979	25179
	6	16,9	70	753,22	36,7	37,6	78	10	19822	22701
	10 Ab.	17,0	72	751,19	36,1	37,2	72	10	19310	22130
12. „	7 M.	17,1	75	750,51	36,0	37,3	62	9	19387	22234
	10	17,4	74	751,19	36,3	37,7	76	10	21897	25113
	4	17,6	74	753,44	36,5	37,7	78	11	23104	26781
	7	17,5	72	753,90	36,8	37,6	80	11	22094	25288
	11 Ab.	17,9	70	755,48	36,1	37,0	80	11	21693	24720

Gefundenes Wasser der Expirationsluft.	Berechnetes Wasser der Expirationsluft.	Unterschied zwischen gefundenem und berechnetem Wasser	Aus der Atmosphäre stammendes Wasser der Expirationsluft.	Wasser - Verlust der Lungen.	Perspiration der Haut in Mm. Hg-Druck.	Bemerkungen.
Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.		
0,8710	0,8969	— 0,0259	0,1803	0,6907	7,11	Nach ¼-stündigem Gange.
0,8850	0,9338	— 0,0488	0,2051	0,6799	3,45	1 Stunde nach dem Frühstück.
0,9555	0,9652	— 0,0097	0,2081	0,7474	4,44	
0,9535	0,9871	— 0,0336	0,2029	0,7506	3,04	
0,9565	0,9511	+ 0,0054	0,1922	0,7643	7,16	½ Stunde nach 1-stünd. Gange.
0,8795	0,9300	— 0,0505	0,1962	0,6833	6,77	[Aufstehen.
0,7650	0,7930	— 0,0280	0,1710	0,5940	3,94	Nüchtern. 1 Stunde nach dem
0,8425	0,8814	— 0,0389	0,1762	0,6663	4,14	
*0,9190	1,0144	— 0,0154	0,1885	0,8105	5,33	
1,0015	1,0466	— 0,0451	0,2242	0,7773	3,94	Nach halbstündigem Schlaf.
0,9405	1,0081	— 0,0676	0,2471	0,6934	5,80	Nach erhitzendem 1-stündigem
0,8260	0,8643	— 0,0383	0,2043	0,6217	2,66	Nüchtern. [Gange.
*0,9040	0,9600	— 0,0560	0,1964	0,7076	3,65	
1,0210	1,0843	— 0,0633	0,2265	0,7945	6,03	[mahlzeit.
0,9200	0,9726	— 0,0526	0,2113	0,7087	3,55	Unmittelbar nach der Mittags-
0,8755	0,9192	— 0,0437	0,2169	0,6586	3,65	3—4 Uhr Gang, 5—6 gelegen.
0,8615	0,9188	— 0,0573	0,2276	0,6339	3,44	Nüchtern.
*1,0130	1,0539	— 0,0409	0,2571	0,7559	3,65	
1,0860	1,1355	— 0,0495	0,2789	0,8071	3,75	Nach halbstündigem Schlaf.
1,0415	1,0890	— 0,0475	0,2525	0,7890	6,38	5—7 Uhr einige Gänge.
0,9720	1,0268	— 0,0548	0,2475	0,7245	4,28	

* bedeutet neue Füllung der Brunner'schen Röhre mit Schwefelsäure.

Datum.	Stunde.	Zimmertemperatur.	Feuchtigkeit der Zimmerluft %.	Barometerstand Mm. B.	Temperatur der Expirationsluft E.	Achseltemperatur.	Puls-Frequenz in einer Minute	Athem-Frequenz in einer Minute	Volumen der Expirationsluft in drei Minuten in Ccm.	
									bei 0° und 760 Mm. Quecksilberdruck	bei E. und B.
									Ccm.	Ccm.
13. Spt.	6 M.	17,4 ⁰	72	755,70	35,7 ⁰	36,9 ⁰	72	9	18420	20957
	8	17,5	72	755,70	36,1	37,3	70	9	20509	23364
	10	17,6	72	755,70	36,8	37,8	84	10	20694	23628
	1	17,9	70	756,38	36,7	37,6	82	11	19597	22348
	3	18,1	68	756,38	35,8	37,6	78	11	19824	22541
	9	18,3	66	756,83	36,3	37,3	70	10	20940	23832
	11 Ab.	18,3	69	756,83	35,9	37,2	72	10	20161	22927
	14. „	10 M.	17,6	756,38	36,4	37,6	68	10	20366	23205
14. „	1 Mt.	17,9	61	756,38	36,7	37,6	74	10	21804	24868
	10. Dec.	6 Ab.	19,8	762,02	37,0	38,3	84	10	22816	25853
	8	19,9	52	762,02	37,0	38,1	86	12	24596	27871
11. „	10	20,0	50	762,02	36,6	37,6	82	10	21074	23847
	8 M.	18,8	41	761,57	36,0	37,6	70	9	18963	21428
	10	20,1	39	761,57	36,6	37,9	80	10	21476	24316
	12	20,5	40	761,57	36,4	37,9	72	10	19920	22539
	2	20,5	40	761,34	36,7	37,9	88	11	22115	25059
	4	20,3	40	761,34	36,8	38,0	84	10	19918	22576
	6	20,0	42	761,79	36,7	38,0	80	10	19827	22451
	8 Ab.	19,8	45	761,79	36,7	38,0	78	10	18947	21455
12. „	10 M.	19,3	41	763,60	36,4	37,9	78	10	21354	24099
	12	19,5	42	764,27	36,2	37,8	68	10	21145	23825
	3	19,5	42	764,27	36,7	38,0	76	11	22258	25119
	6	19,3	44	764,27	37,0	38,1	82	12	22043	24901
	9 Ab.	19,1	46	765,40	36,5	37,9	83	10	21403	24107
	13. „	6 M.	17,4	765,85	35,7	37,3	64	8	17914	20113
13. „	8	17,3	44	765,85	35,8	37,4	68	9	17130	19240
	10	16,9	45	765,85	36,2	37,8	74	10	20847	23444
	12	16,9	46	765,40	36,6	38,0	72	10	19608	22094

Gefundenes Wasser der Expirationsluft.	Berechnetes Wasser der Expirationsluft.	Unterschied zwischen gefundenem u. berechnetem Wasser.	Aus der Atmosphäre stammendes Wasser der Expirationsluft.	Wasserverlust d. Lunge in 3 Minuten.	Hautperspiration in Mm. Hg-Druck.	Bemerkungen.
Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.		
0,8010	0,8526	— 0,0516	0,2078	0,5932	3,40	Nüchtern.
0,9280	0,9705	— 0,0425	0,2348	0,6932	2,93	Nüchtern.
*0,9655	1,0175	— 0,0520	0,2395	0,7260	4,57	
0,9315	0,9574	— 0,0259	0,2215	0,7100	3,33	
0,8945	0,9218	— 0,0273	0,2198	0,6747	4,28	Nach 1 stündigem Schlaf.
0,9470	1,0001	— 0,0531	0,2308	0,7162	4,57	
0,9005	0,9425	— 0,0420	0,2331	0,6674	4,82	
*0,9155	0,9789	— 0,0634	0,2182	0,6963	3,35	
0,9955	1,0654	— 0,0699	0,2160	0,7795	2,80	
*1,0885	1,1249	— 0,0364	0,1750	0,9135	5,04	
1,1890	1,2126	— 0,0236	0,1885	1,0005	7,82	Nasen- und Rachenkatarrh, [geringer Kopfschmerz.
0,9810	1,0164	— 0,0354	0,1614	0,8196	7,60	
0,8810	0,8855	— 0,0045	0,1321	0,7489	4,17	Nüchtern.
1,0005	1,0363	— 0,0358	0,1556	0,8449	7,18	Ruhiges Verhalten
0,9260	0,9508	— 0,0248	0,1507	0,7753	5,24	„ „
1,0575	1,0736	— 0,0161	0,1675	0,8900	8,14	„ „
*0,9550	0,9722	— 0,0172	0,1508	0,8042	5,73	3/4 St. nach 1 stünd. Gange.
• 0,9545	0,9618	— 0,0073	0,1552	0,7993	3,52	Bewegung im Zimmer.
0,9090	0,9192	— 0,0102	0,1533	0,7557	5,39	
1,0005	1,0166	— 0,0161	0,1540	0,8465	3,96	Bewegung im Zimmer.
0,9825	0,9947	— 0,0122	0,1558	0,8267	5,39	Ruhiges Verhalten
*1,0305	1,0762	— 0,0457	0,1675	0,8630	4,76	„ „ [Gange.
1,0695	1,0834	— 0,0139	0,1705	0,8990	6,74	1/2 St. nach einem erhitzen
1,0155	1,0222	— 0,0067	0,1699	0,8456	3,96	
0,8065	0,8183	— 0,0118	0,1198	0,6867	3,42	Nüchtern.
0,7670	0,7868	— 0,0198	0,1155	0,6515	2,91	Nüchtern.
0,9670	0,9788	— 0,0118	0,1426	0,8244	3,59	Ruhiges Verhalten.
*0,9505	0,9417	+ 0,0088	0,1362	0,8143	3,34	„ „

Datum.	Stunde.	Zimmertemperatur.	Feuchtigkeit der Zimmerluft %.	Barometerstand Mm. B.	Temperatur der Expirationsluft E.	Achseltemperatur.	Puls-Frequenz in einer Minute.	Athem-Frequenz in einer Minute.	Volumen der Expirationsluft in 3 Minuten in Ccm.	
									bei 0° u. 760 Mm. Quecksilberdruck.	bei B. u. E.
									Ccm.	Ccm.
13 Dec.	2	16,8°	47	765,40	36,2°	37,8°	72	10	19166	21618
	4	16,3	48	765,40	36,9	38,0	76	10	20301	22897
	6	16,3	49	765,40	36,7	38,0	74	10	20750	23388
	8 Ab.	16,3	50	764,27	36,4	37,8	70	9	20834	23492
14 „	11 M.	16,8	46	765,18	36,6	37,8	76	10	19309	21760
	1	17,3	44	766,98	37,0	38,1	85	11	20783	23395
	7	17,3	49	769,69	36,4	38,1	76	10	18829	21085
	9	16,9	50	770,14	36,8	37,9	80	10	19525	21878
	11 Ab.	16,9	51	770,14	36,2	37,5	68	9	18283	20447
15 „	9 M.	15,3	51	771,49	35,8	37,6	66	8	18054	20126
	5	17,6	47	771,72	36,7	38,0	85	10	20797	23246
	7	17,6	47	771,49	36,7	38,0	80	9	19556	21863
	9	17,1	48	771,49	36,5	37,8	76	10	20361	22749
	11 Ab.	17,3	47	771,49	36,2	37,4	70	9	18325	20454
16 „	9 M.	16,3	44	770,82	35,7	37,5	68	9	17102	19074
	11	17,5	43	770,82	36,3	37,8	78	10	20111	22474
	1	17,9	44	769,69	36,6	37,9	72	10	18380	20586
	3	17,8	46	769,69	36,7	38,1	80	10	20630	23119
	5 Ab.	17,3	47	769,69	36,6	37,8	94	13	23715	26568
17 „	8 M.	15,6	45	767,66	35,4	37,2	70	8	18076	20227
	10	16,5	44	767,66	35,9	37,7	78	9	19392	21734
	5 Ab.	16,0	48	766,93	36,6	38,0	75	10	18840	21179
20 „	12 Mt.	18,8	37	771,49	37,0	37,7	76	11	20183	22588
21 „	10 M.	17,0	39	766,98	36,4	37,7	70	9	16109	18098
	12	18,0	38	766,08	35,9	37,5	70	9	15164	17029
	2	18,0	38	766,08	35,7	37,4	65	9	15955	17906
	4 Ab.	17,5	89	766,08	36,4	37,9	90	10	18321	20608

Gefundenes Wasser der Expirationsluft.	Berechnetes Wasser der Expirationsluft.	Unterschied zwischen gefundenen u. berechnetem Wasser	Aus der Atmosphäre stammendes Wasser der Expirationsluft.	Wasserverlust der Lungen in 3 Minuten.	Hautperspiration in Mm. Hg-Druck.	Bemerkungen.
Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.		
0,8850	0,9005	— 0,0155	0,1351	0,7499	4,18	Ruhiges Verhalten.
0,9455	0,9911	— 0,0456	0,1430	0,8025	3,95	„ „
0,9540	1,0020	— 0,0480	0,1484	0,8056	5,41	„ „
0,9760	0,9910	— 0,0150	0,1514	0,8246	4,37	
0,9270	0,9275	— 0,0005	0,1319	0,7951	3,32	
*1,0320	1,0179	+ 0,0141	0,1418	0,8902	7,18	Nach halbstündigem Gange.
0,9015	0,8894	+ 0,0121	0,1428	0,7587	4,95	Nach einstündigem Schlaf.
0,9460	0,9422	+ 0,0038	0,1479	0,7981	4,30	
0,8400	0,8537	— 0,0137	0,1385	0,7015	3,42	
0,8060	0,8231	— 0,0171	0,1257	0,6803	3,23	Nüchtern [Gange.
*0,9600	0,9959	— 0,0359	0,1530	0,8070	3,85	1/2 St. nach einem raschen
0,9345	0,9367	— 0,0022	0,1428	0,7917	3,32	
0,9520	0,9646	— 0,0126	0,1476	0,8044	4,95	Bewegung im Zimmer.
0,8330	0,8540	— 0,0210	0,1328	0,7002	4,18	Ruhiges Verhalten
0,7690	0,7760	— 0,0070	0,1087	0,6603	4,50	Nüchtern.
0,9075	0,9432	— 0,0357	0,1333	0,7742	4,63	
*0,9415	0,8774	+ 0,0641	0,1269	0,8146	4,95	
0,9740	0,9905	— 0,0165	0,1479	0,8261	5,41	
1,1595	1,1272	+ 0,0323	0,1697	0,9898	9,54	[Gange; Schweiss.
0,8000	0,8102	— 0,0102	0,1132	0,6868	4,95	Nach 1 stündigem raschen
0,8900	0,8934	— 0,0034	0,1268	0,7632	5,42	
*0,8950	0,9027	— 0,0077	0,1280	0,7670	4,25	
*0,9785	0,9828	— 0,0043	0,1260	0,8525	4,50	
0,7780	0,7635	+ 0,0145	0,0953	0,6827	4,67	Nüchtern.
0,7065	0,7003	+ 0,0062	0,0900	0,6165	3,95	Nüchtern.
0,7210	0,7285	— 0,0075	0,0946	0,6264	3,53	Nüchtern.
*0,8980	0,8694	+ 0,0286	0,1086	0,7894	5,26	Nüchtern 1/2 St. nach 1 stünd.

Während die vorhergehenden hier nicht angeführten Beobachtungen eine mittlere Abweichung des beobachteten Wassergehalt von dem für die Sättigung berechneten von 0,0472 grm. zeigen, ist in den vorgeführten Beobachtungen, bei denen eine Fehlerquelle vermieden ist der Unterschied durchschnittlich nur 0,0233 grm.

Wie schon früher bemerkt ist bei Berechnung der Volumina die Spannung des Wasserdampfs im Spirometer als unwesentlich vernachlässigt worden. Wie gross der dadurch entstandene Fehler ist, will ich durch ein Beispiel nachweisen.

Nehmen wir die Beobachtung am 15. December um 5 Uhr Abends, so erhalten wir nach Abzug der Spannungsdifferenz zwischen dem im Spirometer und in der Zimmerluft befindlichen Wasserdampf vom Barometerstand bei der Reduction auf 0° und 760 Mm. Quecksilberdruck statt 20797 Ccm. nur 20617 Ccm. Dieser letztere Werth auf die Temperatur der ausgeathmeten Luft und 771,72 Barometerstand berechnet, giebt 23039 Ccm. (statt 23246), welche zu ihrer Sättigung 0,9870 grm. erfordern; der Unterschied zwischen dem gefundenen Wasser beträgt dann statt 0,0359 nur 0,0270 grm.

Durch Vermeidung dieses Fehlers wird der Unterschied also noch geringer. Berücksichtigt man ferner, dass so wie auf dem Mundstück, auch auf den Lippen und der Umgebung des Mundes etwas Wasser sich niederschlägt, so kann man mit Sicherheit annehmen, dass die ausgeathmete Luft für ihren Temperaturgrad mit Wasserdampf gesättigt ist¹⁾.

1) Im Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1864, Nr. 43, findet sich folgendes Referat über einen Aufsatz Gréhants „Recherches physiques sur la respiration de l'homme“, den ich mir im Original, Journal de l'anat. et de la physiol. 1864, S. 523—555, leider nicht habe verschaffen können. Es heisst S. 681: „4. Verf. bestimmte ausserdem nach Methoden, die nichts Besonderes bieten, die Temperatur und den Wassergehalt der expirirten Luft. Er fand erstere bei 22° äusserer Wärme zu 35,3°, während die Temperatur unter der Zunge 36,7° betrug

Der Gang der Wasserabgabe durch die Lungen wird sich alsdann, die Feuchtigkeit der ambienten Luft als gleichbleibend vorausgesetzt, verhalten wie die Volumina der Expirationsluft, wobei jedoch durch die Veränderungen der Temperatur der ausgeathmeten Luft eine kleine Abweichung bewirkt wird.

Die Luft ist fast vollkommen (nämlich für 35,0°) mit Wasserdampf gesättigt. Für eine Minute beträgt die Menge des expirirten Wassers, hieraus berechnet, 0,383 grm., nach directen Bestimmungen 0,391 grm., in 24 Stunden also aus dem Mittel berechnet 557,3 grm., wovon noch indess die inspirirten Wassermengen abzuziehen sind.“

IV.

Wasserverdunstung der Haut.

Die Bestimmungen der Wasserverdunstung der Haut sind nach dem Vorgange V. Weyrichs¹⁾ mit dem Condensations-Hygrometer gemacht, dessen Beschreibung und Anwendungsweise ich kurz folgen lassen will.

Das Princip des Apparats beruht darauf, dass gasförmig in der Luft enthaltenes Wasser bei hinlänglicher Abkühlung sich in tropfbar flüssiger Form niederschlägt und so zur Wahrnehmung gebracht werden kann; wobei je nach der Menge des Wasserdunstes dieser Niederschlag bei höherer oder niedrigerer Temperatur erfolgt.

Der Apparat besteht aus einem etwa 50 Mm. hohen, 55 Mm. im Durchmesser haltenden Cylinder aus reinem Glase, dessen Ränder so abgeschliffen sind, dass sie auf einer ebenen Fläche hermetischen Verschluss gestatten. Um den obern Rand dieses Cylinders — Glasglocke (V. Weyrich) — ist ein Messingstreifen angekittet, auf den ein genau schliessender, zugleich aber leicht beweglicher Metalldeckel passt, der an der obern Fläche mit einem schlechten Wärmeleiter, etwa Leder beklebt ist. In diesem Deckel befinden sich nahe dem Centrum zwei

Oeffnungen; die eine wird durch einen ein Thermometer a tragenden Kork fest verschlossen; in der andern ist eine cylindrische Glasröhre befestigt, die einerseits bis nahezu in die Mitte der Glocke, andererseits nach oben etwas über den Deckel hervorragt. Das in der Glocke befindliche Ende ist so abgeschliffen, dass man darauf leicht und fest eine fingerhutförmige, dünne, aussen vergoldete und gut polirte Metallkapsel aufchieben kann. In diese Kapsel ragen, ohne ihre Wände zu berühren, durch die cylindrische Röhre eine Thermometerkugel b und zwei dünne Glasröhrchen hinein. Das eine dieser Röhrchen ist über dem Deckel trichterförmig erweitert und dient dazu mittelst einer Spritzflasche Aether in die Kapsel zu giessen, das andere Röhrchen geht in ein 2 Fuss langes Kautschukrohr über, durch das mit dem Munde Luft in die Kapsel geblasen werden kann. Diese drei Gegenstände sind durch Korkstücke auf solche Weise in der cylindrischen Röhre befestigt, dass die Luft im Kapselraum frei mit der umgebenden communiciren kann. Sowohl die Temperaturkugel a als auch die Metallkapsel sind von dem Deckel und dem untern Rande der Glocke gleich weit entfernt.

Das Thermometer a dient dazu die Temperatur im Glockenraum zu messen; während b den Temperaturgrad anzeigt, bei welchem das Wasser sich auf der Kapsel niederzuschlagen beginnt, also den Thaupunkt. Da die Luft nur in seltenen Fällen mit Wasserdampf gesättigt ist, so muss, um diesen Niederschlag zu erhalten, die Kapsel und Thermometerkugel b abgekühlt werden, was durch Eingiessen von Aether (1 Ccm.) und Verdunsten lassen desselben durch Durchblasen von Luft bewirkt wird.

Mit diesem Instrument wurde zuerst der Thaupunkt der Zimmerluft bestimmt; wobei der Gang der Untersuchung folgender war: Nach Verschliessung der Glasglocke von unten

1) V. Weyrich: Unmerkliche Wasserverdunstung der menschlichen Haut. Leipzig, 1852. S. 28—41.

her mit einer Holzplatte, wurde in die Kapsel Aether gegossen und durch die Kautschukröhre langsam Luft durchgeblasen, dabei zugleich bei günstig auffallendem Licht Metallkapsel und Thermometerscala b. beobachtet. Sobald sich ein Mattwerden der Kapsel zeigte wurde der Quecksilberstand abgelesen. Darauf wurde der Apparat, nachdem er abgetrocknet, das Thermometer a, falls es bei dieser Manipulation gestiegen, auf den früheren Stand gebracht, das Thermometer b. aber, weil es durch die Kapsel der Einwirkung der Strahlungswärme des Körpers nicht direct ausgesetzt war, also langsamer steigen musste als a, erwärmt war (auf etwa $+ 20^{\circ}$ C.), auf die Gegend unterhalb der Clavicula¹⁾ aufgesetzt. Nach Verlauf von $2\frac{3}{4}$ Minuten wurde Aether hineingegossen und der Thaupunkt ebenso bestimmt, wie bei der Zimmerluft, so dass die ganze Beobachtung in 3 Minuten beendet war.

Für die Thaupunkte ist die dazu gehörige Spannung den Gyt'schen Tabellen²⁾ entnommen. Der Unterschied der Spannung der Wasserdämpfe der Zimmerluft und auf der Haut ergibt dann die Leistung der vom Apparat bedeckten Hautfläche in Mm. Quecksilberdruck.

Das Mittel aus allen meinen Beobachtungen beträgt 4,36 Mm. Hgdruck und zwar für die erste Beobachtungsreihe, August und September, 4,11, für die zweite, December, 4, 88; etwas mehr also als bei V. Weyrich, der für den August 4,05, für den December 4,04 gefunden hat. Stellen wir die auf dieselben Stunden fallenden Beobachtungen zusammen, so zeigen die Mittel folgendes Verhalten der Perspiration. Die Perspiration steigt von 6 Uhr Morgens an, nach einer Senkung um 7—8 Uhr, bis 11 Uhr, fällt von 11—1 etwas ab,

1) Vergl. V. Weyrich, a. a. O.

2) a. a. O.

erreicht zwischen 2 und 3 ihren zweiten Höhepunkt. um nach abermaligem Fallen um 6—7 Uhr ihren höchsten Stand einzunehmen. Um 12 Uhr Nachts ist sie noch nicht auf den am Morgen um 6 Uhr eingenommenen Stand zurückgegangen (Vergl. graphische Darstellung und Tabelle weiter unten). Die Nahrungsaufnahme, Bewegung und Schlaf äussern folgende Einflüsse.

Mahlzeit.

	Hautperspiration in Mm. Hg-Druck.	Achseltemperatur.	Athem-Frequenz.	Puls-Frequenz.	Zahl der Beobachtungen.
1—0 St. vor der Mahlzeit . . .	4,21	37,64°	10,5	76,2	14
0—1 „ nach der Mahlzeit . .	4,68	37,71°	12,0	87,2	6
1—2 „ „ „ „ . .	4,60	37,94°	11,2	79,2	6
2—3 „ „ „ „ . .	3,55	37,60°	11,7	77,0	2
3—4 „ „ „ „ . .	4,72	37,68°	10,5	76,4	6
4—5 „ „ „ „ . .	3,59	37,58°	10,3	74,3	3

Bewegung.

Vor der Bewegung	4,19	37,50°	9,0	71,9	12
„ „ „	7,18	37,64°	10,6	86,1	12

Schlaf am Tage.

Vor dem Schlaf	4,66	37,68°	10,5	82	4
Nach dem Schlaf	3,88	37,64°	10,0	77	4

Die Perspiration der Haut wird also durch Nahrungsaufnahme und Bewegung gesteigert, durch Schlaf, wie in der Nacht so auch am Tage herabgesetzt. Vergleichen wir diese Resultate mit denen V. Weyrichs, so stimmen sie im Allgemeinen gut überein, nur die Mittagsmahlzeit macht insofern eine Ausnahme, als bei mir nach der Mahlzeit erst eine merkliche Steigerung, alsdann ein Abfallen bemerkt wird, bevor der durch die Verdauung bewirkte höchste Stand in der

3—4 Stunde eingenommen ward. Bei V. Weyrich steigt dagegen die Perspiration stetig nach der Nahrungsaufnahme bis zur 4ten Stunde, indem unmittelbar nach der Mahlzeit entweder gar keine oder nur eine unbedeutende Mehrleistung der Function wahrgenommen wird.

Vergleichen wir nun, unserer Aufgabe gemäss die Wasserabgabe der Lungen mit der der Haut, so zeigt sich im Allgemeinen schon zwischen dem Volumen der in 3 Minuten expirirten Luft, von dem wir schon gesehen, dass es auf die Wassermenge bestimmend wirkt, und der Perspiration derselbe Gang. Dasselbe ergibt sich auch bei folgender Zusammenstellung, wo für eine bestimmte absolute Wassermenge, als Verlust der Lungen, die dazu gehörigen Perspirationswerthe der Haut folgende Durchschnittszahlen liefern.

Wasserverlust der Lungen in 3 M.	0,5—0,6	0,6—0,7	0,7—0,8	0,8—0,9	0,9—1,0	1,0—1,1 Grm.
Hautperspiration .	3,79	4,08	4,19	4,76	5,91	7,82
Zahl d. Beobachtungen	10	40	51	36	3	1 1)

Ein ganz entgegengesetztes Verhältniss besteht aber zwischen beiden Functionen für die Mittel der einzelnen Tagesstunden:

1) Ein ähnliches Verhalten zeigen 35 an einem andern Individuum (Prof. Weyrich) angestellte Beobachtung an:

Wasserverlust der Lungen.	0,6—0,7	0,7—0,8	0,8—0,9	0,9—1,0	1,0—1,1	1,1—1,2 Grm.
Hautperspiration .	3,48	3,63	3,79	3,44	3,99	4,05
Zahl der Beobacht.	3	10	9	2	3	8

Stunden.	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—1	1—2	2—3
Verlust der Lungen in Grm. . .	0,6438	0,6849	0,6446	0,6737	0,7729	0,8129	0,7749	0,7514	0,8107
Hautperspiration .	3,49	3,04	3,63	3,54	4,48	4,09	4,01	4,91	4,75

Stunden.	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Verlust der Lungen in Grm. . .	0,8008	0,7824	0,8208	0,8107	0,7576	0,8603	0,7626	0,7349	0,7238
Hautperspiration .	4,19	4,29	4,46	5,04	4,87	5,86	4,52	4,68	4,78

Fast ganz regelmässig ist das Fallen der einen Function mit dem Steigen der anderen verbunden und umgekehrt (Vergl. graph. Darstellungen).

Aus diesen Zusammenstellungen geht hervor, dass die Wasserabgabe der Lungen tagüber denselben Gang einhält, wie die Wasserausscheidung der Haut, während für kleinere stündliche Abschnitte ein antagonistisches Verhältniss zwischen beiden statt findet. Dieses letztere Verhalten der beiden Functionen zu einander hat schon V. Weyrich (S. 221. IX.) vermuthet und Clever¹⁾ als sehr wahrscheinlich nachgewiesen.

Um das Verhältniss der absoluten Mengen des durch die Haut und durch die Lungen ausgeschiedenen Wasser's zu erfahren, habe ich mich an den meisten Beobachtungstagen Körperwägungen unterworfen. Dieselben wurden auf einer genauen Federwage gemacht, auf der auch das Gewicht der eingenommenen Nahrung und der Excrete bestimmt wurde. Da es mir

1) Untersuchungen über die unmerkliche Wasserverdunstung der Haut. Diss. Dorpat 1864.

nicht möglich war die Wägungen öfter als 3—4 Mal des Tages anzustellen, so kann ich aus ihnen auch nicht die absolute Ausdünstungsmenge des Körpers für die einzelnen Tagesstunden bestimmen, sondern nur für grössere Tagesabschnitte. Mit Vernachlässigung der mit in dem gefundenen Verlust enthaltenen sensibeln Ausgaben wie Hautschmiere, Epidermisabschuppung, sowie auch der durch die Haut austretenden Kohlensäure, werde ich, da auch der Unterschied zwischen aufgenommenem Sauerstoff und ausgeschiedener Kohlensäure dem Gewicht nach nur gering ist, die gefundenen Werthe als Ausdruck des Wasserverlustes ansehen, was ohne grossen Fehler geschehen kann.

Aus 17 Beobachtungstagen beträgt die Durchschnittszahl der insensibeln Ausgaben, auf einen Zustand bezogen der weder absolute Ruhe noch namhaft gesteigerte Bewegung zeigte, 940 grm. (Maximum 1115; Minimum 791 grm.) in 24 Stunden, für eine Stunde also 39,2 grm; welche letztere Zahl ich als Einheit annehmen will. Von diesem Verlust kommen

auf die 7 Nacht-Std. v. 12—7, 204,6 Grm., also für 1 Std. 29,2 Grm. od. — 25,5%
 „ „ 6 Morg.-Std. „ 7—1, 246,8 „ „ „ 1 „ 41,1¹⁾ „ „ + 4,8%
 „ „ 5 Nachm.-St. „ 1—7, 223,8 „ „ „ 1 „ 44,7 „ „ + 14,0%
 „ „ 6 Abend.-St. „ 6—12, 264,6 „ „ „ 1 „ 44,1 „ „ + 12,5%

Berechnen wir aus den für 3 Minuten gefundenen Wassermengen, als Verlust der Lungen, die in einer Stunde abgegebenen, was natürlich nur mit grossem Vorbehalt geschehen kann, so fallen in 24 Stunden auf die Lungen 355 grm., die sich nach den Tagesabschnitten folgendermassen vertheilen, wobei der Rest Ausdruck der Hautperspiration ist.

1) Der hohe Werth für die Morgenstunden, die mit andern Beobachtungen wie Speck, (Untersuchung über Wirkung körperlicher Anstrengungen auf den menschl. Organ. Archiv für gemeinschaftliche Arbeiten Bd. XI). Clever (a. O.) etc. im Widerspruch steht, erklärt sich daraus, dass ich die Stunden von 11—1 Uhr die offenbar eine Steigerung geben zu den Morgenstunden gezogen habe.

	7—1 Morgens.	1—6 Mittags.	6—12 Abends	12—7 Nachts.	In 24 Stund.
Gesamtverlust	41,1 Grm.	44,7 Grm.	44,1 Grm.	29,2 „	940 Grm.
Verlust der Lungen. . .	14,55 „	15,86 „	15,50 „	13,68 ¹⁾ „	355 „
Verlust der Haut . . .	26,55 „	28,84 „	28,60 „	15,52 „	585 „

Auch diese Zahlen bestätigen das schon oben gewonnene Resultat des Parallelismus zwischen Wasserausscheidung der Haut und der Lungen; zugleich geht aus ihnen hervor dass sich diese beiden Functionen zu einander annähernd wie 3:2 verhalten, was mit den Berechnungen Valentins übereinstimmt.

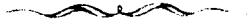
Die Resultate meiner Beobachtungen lassen sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

Die ausgeathmete Luft ist für ihren Temperaturgrad, der bei gewöhnlicher Zimmertemperatur niedriger als die Körperwärme ist, mit Wasserdampf gesättigt; es richtet sich also, die Feuchtigkeit der umgebenden Luft als sich gleich bleibend angenommen, die Wasserabgabe der Lungen nach dem Volumen der Expirationsluft, mit einer unbedeutenden Abänderung dieses Verhältnisses durch die Veränderungen der Temperatur der ausgeathmeten Luft.

Die Wasserausscheidungen durch Haut und Lungen zeigen in kleinern stündlichen Zeitabschnitten ein antagonistisches Verhalten zu einander, gehen aber für grössere mit einander parallel.

1) Dieser Werth ist aus dem Mittel der 12 Stunde um Mitternacht und der Morgenstunde 6 berechnet, wird in der Wirklichkeit aber wohl geringer sein.

Erklärung der graphischen Darstellungen.

- I. Achseltemperatur.
 - II. Temperatur der ausgeathmeten Luft.
 - III. Athemfrequenz.
 - IV. Pulsfrequenz.
 - V. Volumen der in einer Minute expirirten Luft.
 - VI. Volumen einer Expiration.
 - VII. Hautperspiration.
 - VIII. Wasserverlust der Lungen.
- 

Theses.

- 1. Pulmones organa sunt corpus refrigerantia.
 - 2. Perinaei sustentatione in parturientibus ruptura impediri nequit.
 - 3. Exstat quidam acidi sulfurici hydras, qui jam calore 20⁰ secundum scalam Celsiusianam in crystallos formatur.
 - 4. Materierum vicissitudo (Stoffwechsel) multum aquae bibendo retardatur.
 - 5. Materierum vicissitudo multum aquae bibendo acceleratur.
 - 6. In iis quoque laryngitidis membranaceae casibus tracheotomia suscipiatur oportet, in quibus bronchi hoc processu morbosus sunt affecti.
-

